

PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI (REVTMENT) DENGAN BAHAN GEOBAG DI PANTAI MASCETI, KABUPATEN GIANYAR

I Kadek Sandi Wiguna Putra¹⁾, Cok Agung Yujana¹⁾, Nyoman Surayasa¹⁾

1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali

sandiwigunaputra@gmail.com

ABSTRACT

Bali has area of 5634.4 km² with a relatively high population density of 576 people / km². The length of coastal areas in Bali reaches 633.35 km long which is currently in crisis condition. Approximately 215.82 km of coastal areas in Bali experience predicted erosion due to high waves, coastal sediment mining, construction of beach arching infrastructure, and construction of inappropriate beach structures. Gianyar regency has a beach length of 14.28 km, of which 10.48 km of it is eroded, and the average erosion rate is 3.202 m/year. To anticipate the erosion of the progressive planning revetment is expected to be able to withstand and absorb the pressure of the wave that occurs, so as to overcome erosion in Masceti Beach.

Data is one of important things in design process. These data include: 10 years of wind data, topographic data and bathymetry, and tidal data. Then the data is analyzed to obtain the dominant wind direction that occurs at the planning site, the plan wave height and the elevation height of the revetment

Based on the analysis results can be taken that the dominant wind comes from the southeast that is equal to 35.96%, with the largest speed is 10 knots or 8.65 m/s. The maximum wave height with a 25-year re-use of the Gumbel (H_{25}) method is 0.913 m, the inner wavelength (L_0) is 27.720 m and the wave velocity (C_0) is 6,580 m/s and the plan wave height (H_0) is 0.784 m. The breaking wave height (H_b) is 0.7108 m with the breaking wave depth (db) is 0.7545 m and the water level of the plan plan (DWL) is 1.43 m calculated from the MSL or ± 0.00 . The height of the revetment building is 3.3138 m with a peak width of 1.12693 m and the thickness of the revetment safety wall layer is 1.12693 m and the weight of the geobag as a protective plywood is 0.2866 tons. The height of the foot protector for the revetment building is 1.12693 m with a width of 2.352 m

Keyword: revetment, masceti, erosion, wave

ABSTRAK

Bali adalah pulau dengan luas 5634.4 km² dengan tingkat kepadatan penduduk yang relatif tinggi yakni 576 jiwa/km². Panjang wilayah pesisir pantai di bali mencapai panjang 633.35 km yang saat ini dalam kondisi krisis. Sekitar 215.82 km wilayah pesisir di bali mengalami erosi yang diperkirakan akibat gelombang tinggi, penambangan sedimen pantai, pembangunan infrastrktur menjorok pantai, serta pembangunan struktur pantai yang tidak sesuai kaedah teknis. Kabupaten Gianyar memiliki panjang pantai 14.28 km, dimana 10.48 km diantaranya mengalami erosi, serta laju erosi rerata adalah 3.202 m/tahun. Guna mengantisipasi erosi yang semakin parah perencanaan revetment diharapkan mampu menahan dan menyerap tekanan gelombang yang terjadi, sehingga dapat menanggulangi erosi di Pantai Masceti.

Hal-hal yang diperlukan dalam perencanaan yaitu ketersediaan data untuk mendukung proses perencanaan. Data-data tersebut antara lain: data angin selama 10 tahun, data topografi dan bathimetri, dan data pasang surut. Kemudian data tersebut di analisa untuk mendapatkan arah angin dominan yang terjadi di lokasi perencanaan, tinggi gelombang rencana dan tinggi elevasi puncak revetment

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil bahwa angin dominan berasal dari arah tenggara yaitu sebesar 35.96%, dengan kecepatan terbesar adalah 10 knot atau 8.65 m/dt. Tinggi gelombang maksimum dengan kala ulang 25 tahun menggunakan metode Gumbel (H_{25}) adalah 0.913 m, panjang gelombang laut dalam (L_0) adalah 27.720 m dan kecepatan rambat gelombang (C_0) adalah 6.580 m/dt serta tinggi gelombang rencana (H_0) adalah 0.784 m. Tinggi gelombang pecah (H_b) adalah 0.7108 m dengan kedalaman gelombang pecah (d_b) adalah 0.7545 m dan elevasi muka air rencana (DWL) adalah 1.43 m yang dihitung dari MSL atau ± 0.00 . Tinggi bangunan revetment adalah 3.3138 m dengan lebar puncak 1.12693 m dan tebal lapis dinding pengaman revetment adalah 1.12693 m serta berat geobag sebagai batu lapis lindung adalah 0.2866 ton. Tinggi pelindung kaki untuk bangunan revetment adalah 1.12693 m dengan lebar 2.352 m

Kata kunci: revetment, masceti, erosi, gelombang

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Gianyar mempunyai panjang pantai 14.284 km, 10.48 km diantaranya mengalami erosi, serta laju erosi rerata adalah 3.20 m/tahun (Aryastana, Eryani, & Candrayana, 2016). Erosi yang terjadi di pantai Gianyar khususnya di Pantai Masceti ini diakibatkan oleh gelombang yang besar dan badai, sehingga menyebabkan terjadinya tumpukan pasir yang tinggi dan juga rusaknya bangunan pantai yang pernah dibuat di sana. Maka dari itu, disini akan direncanakan bangunan pengaman pantai yaitu Revetment. Guna mengantisififikasi erosi yang semakin parah perencanaan revetment diharapkan mampu menahan dan menyerap tekanan gelombang yang terjadi, sehingga dapat menanggulangi erosi di Pantai Masceti.

Bangunan *revetment* adalah suatu jenis bangunan pengaman pantai yang mana merupakan salah satu solusi untuk menaggulangi erosi di pantai yang banyak aktivitas pariwisatanya. *Revetment* biasanya dibangun pada garis pantai atau didaratan yang digunakan untuk melindungi pantai langsung dari serangan gelombang.

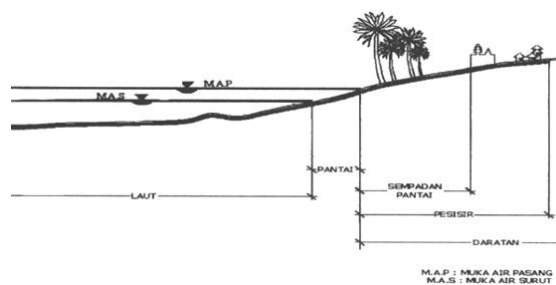
1.2 Tujuan

1. Merencanakan bangunan pengaman pantai (*revetment*) dengan bahan geobag di Pantai Masceti, Kabupaten Gianyar
2. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pantai

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan berpindah dan sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.



Gambar 1. Batasan Pantai
(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999)

2.2 Angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung diatas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di konversi menjadi data angin di laut.

Kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam knot.

Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya dipergunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu dikoreksi dengan rumus (Bambang Triatmodjo, 1999).

$$U_{(10)} = U_{(y)} \left(\frac{10}{y} \right)^{1/7} \dots\dots\dots(1)$$

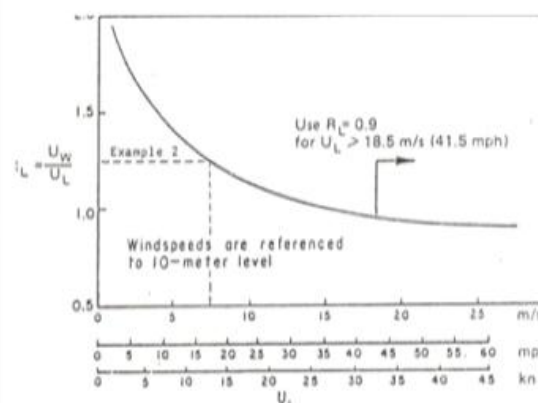
Dengan:

$U_{(10)}$: Kecepatan angin pada ketinggian 10 meter.

y : Elevasi terhadap permukaan air.

Jika data angin yang dimiliki adalah data angin pengukuran di darat, perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan nilai kecepatan di laut. Faktor koreksi dilambangkan dengan R_L , yang nilainya disajikan Gambar . Apabila data kecepatan angin disuatu perairan memerlukan penyesuaian atau koreksi terhadap elevasi, koreksi stabilitas dan efek lokasi maka dapat digunakan persamaan:

$$U = R_T \times R_L \times U_{(10)} \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 2. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999)

Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel U_A , yaitu faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin

$$U_A = 0.71 U^{1.23} \dots\dots\dots(3)$$

2.3 Fetch

Fetch adalah panjang daerah dimana angin berhembus dengan kecepatan dan arah yang konstan. Di dalam peninjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi.

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:

F_{eff} : *Fetch* rerata efektif.

X_i : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan penambahan 6° sampai sudut

sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

2.4 Gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai (Bambang Triatmodjo, 1999).

2.4.1 Gelombang Rencana

Dalam menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s), digunakan analisis spektrum gelombang JONSWAP (*Shore Protection Manual*, 1984) yang diturunkan berdasarkan kondisi FDS (*Fully Developed Sea*).

$$H_s = \frac{0,0016 \times \sqrt{\frac{g F_{eff}}{U_A^2}} \times U_A^2}{g} \dots\dots\dots (5)$$

$$T_s = \frac{0,2857 \times \left(\frac{g F_{eff}}{U_A^2}\right)^{\frac{1}{3}} \times U_A}{g} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan:

g : Percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/dt}^2$)

F_{eff} : Panjang *fetch* efektif (m)

U_A : Kecepatan angin terkoreksi (m/dt)

Untuk menentukan kala ulang pada gelombang rencana dipergunakan analisa harga-harga ekstrim tinggi gelombang,

biasanya diambil satu gelombang tertinggi setiap tahunnya.

$$\bar{H} = \frac{\sum H_s}{\sum N} \dots\dots\dots (7)$$

$$\sigma H = \sqrt{\frac{\sum (H_s - \bar{H})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (8)$$

$$H_{25} = \bar{H} + \frac{\sigma H}{\sigma n} (Y_t - Y_{\bar{n}}) \dots\dots\dots (9)$$

$$T_{25} = 0,33 \times \sqrt{\frac{H_{25}}{0,0056}} \dots\dots\dots (10)$$

Menentukan panjang dan cepat rambat gelombang di laut dalam memakai persamaan:

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} = 1.56 T \dots\dots\dots (11)$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56 T^2 \dots\dots\dots (12)$$

Tinggi gelombang rencana:

$$H_0 = K_s \cdot K_r \cdot H_{25} \dots\dots\dots (13)$$

Dengan :

H_0 : Tinggi gelombang rencana.

K_s : Koefisien *shoaling*
(pendangkalan).

K_r : Koefisien Refraksi.

H_{25} : Tinggi gelombang laut dalam.

2.5 Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\frac{H_b}{H'o} = \frac{1}{3,33 (H'o/L_o)^{\frac{1}{3}}} \dots\dots\dots(14)$$

Kedalaman air di mana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut:

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - \left(a \cdot \frac{H_b}{gT^2}\right)} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan di berikan oleh persamaan berikut:

$$a = 43.75 (1 - e^{-19m}) \dots\dots\dots(16)$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})} \dots\dots\dots(17)$$

Dengan:

H_b : Tinggi gelombang pecah.

$H'o$: Tinggi gelombang laut dalam ekivalen.

L_o : Panjang gelombang di laut dalam

d_b : Kedalaman air pada saat gelombang pecah.

m : Kemiringan dasar laut

g : Percepatan gravitasi

2.5.1 Run Up

Pada waktu gelombang menghantam suatu bangunan, gelombang tersebut akan naik (*run up*) pada permukaan bangunan.

$$I_r = \frac{tg\theta}{\sqrt{\frac{H}{L_o}}} \dots\dots\dots(18)$$

Dengan:

I_r : Bilangan Iribaren.

θ : Sudut kemiringan sisi bangunan.

H : Tinggi gelombang di lokasi bangunan.

L_o : Panjang gelombang di laut dalam.

2.6 Dimensi Bangunan

Elevasi puncak bangunan pengaman pantai dihitung dengan persamaan:

$$El_{revetment} = DWL + Ru + Fb \dots\dots(19)$$

Di dalam perencanaan struktur pelindung pantai sisi miring, ditentukan berat butir batu pelindung dengan persamaan:

$$W = \frac{\gamma r \cdot H^3}{KD(Sr-1)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots(20)$$

Tebal lapis pengaman dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T = n K \Delta \left(\frac{w}{\gamma r}\right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(21)$$

Lebar puncak tergantung limpasan yang diijinkan. Untuk bangunan tanpa terjadi limpasan, lebar puncak bisa lebih kecil. Lebar puncak dapat dihitung dengan persamaan :

$$B = n K \Delta \left(\frac{w}{\gamma r}\right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(22)$$

2.7 Pelindung Kaki (*Toe Protection*)

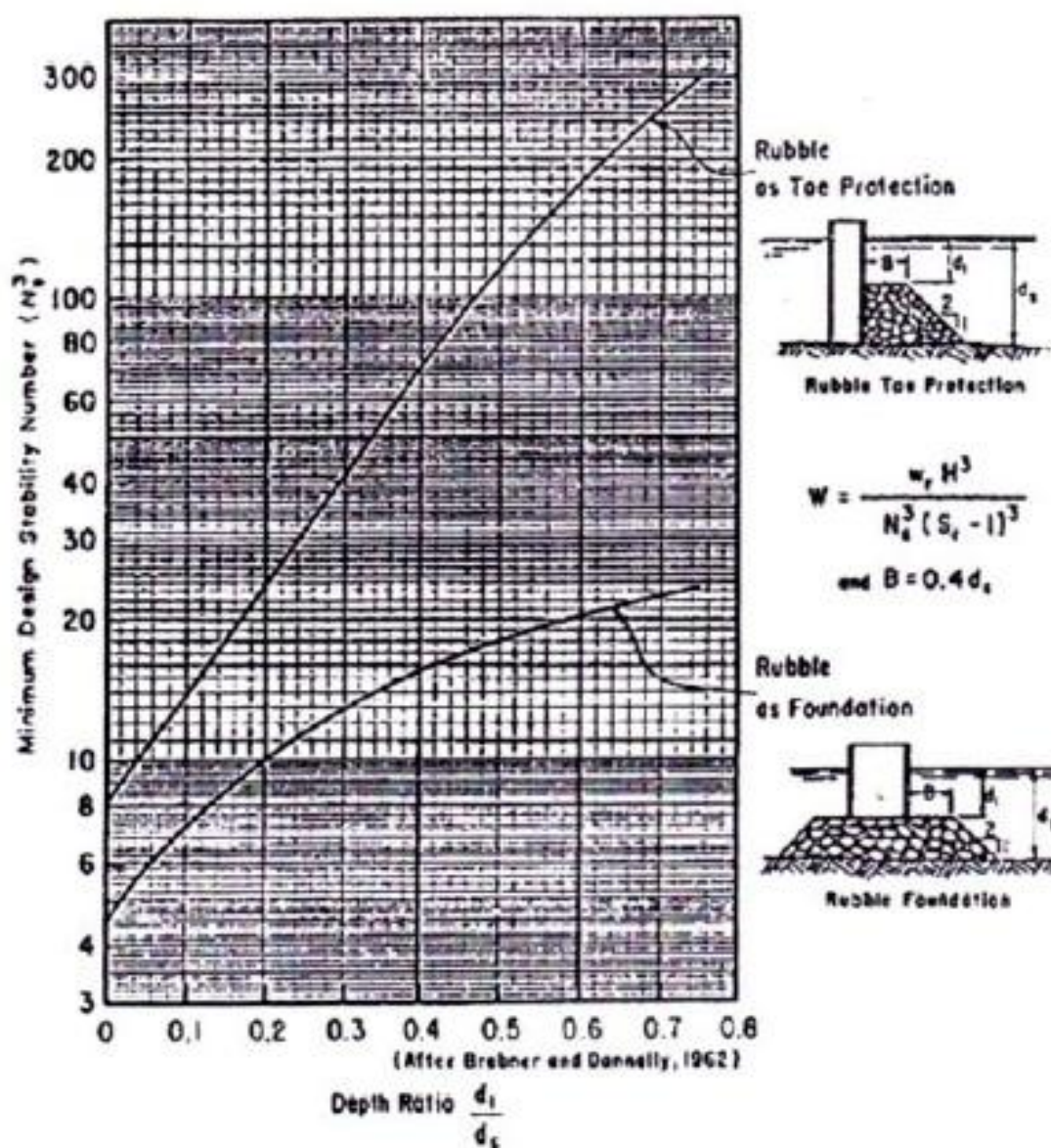
Tumpukan batu juga digunakan sebagai pondasi dan pelindung kaki (*Toe Protection*) bangunan pantai. Berat butir batu untuk pondasi dan pelindung kaki bangunan diberikan oleh persamaan berikut:

$$W = \frac{\gamma r H^3}{Ns^3(Sr-1)^3} \dots\dots\dots(23)$$

Dengan:

W : Berat butir batu pelindung

γ_r	: Berat jenis batu	n	: Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung ($n=2$)
H	: Tinggi gelombang rencana	$K\Delta$: Koefisien lapis
θ	: Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang	N_s^3	: Angka stabilitas rencana minimum

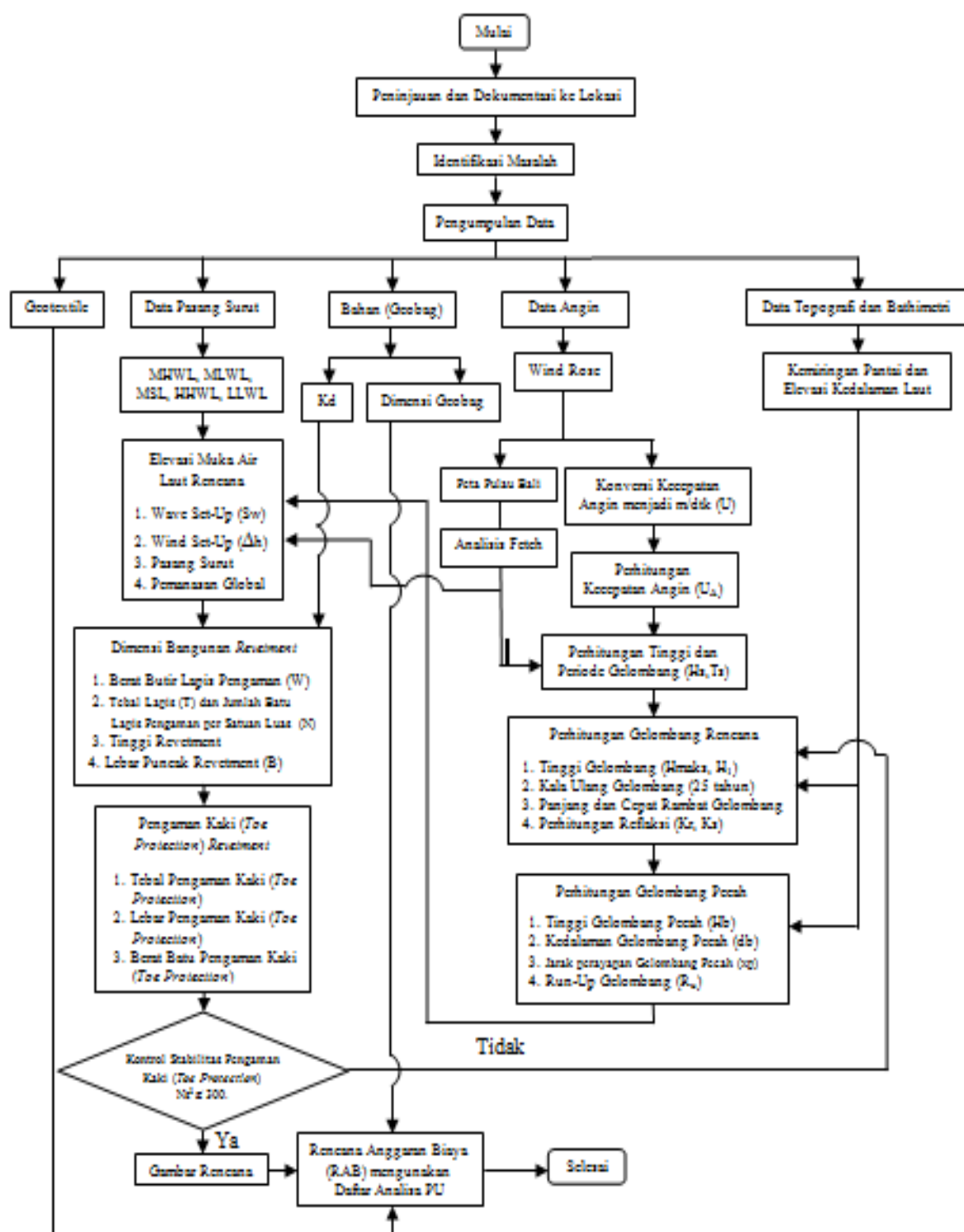


Gambar 3. Angka stabilitas untuk fondasi dan pelindung kaki
(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999)

3 METODE PENELITIAN

3.1 Skema Perencanaan

Skema perencanaan pelaksanaan disajikan pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Skema Perencanaan

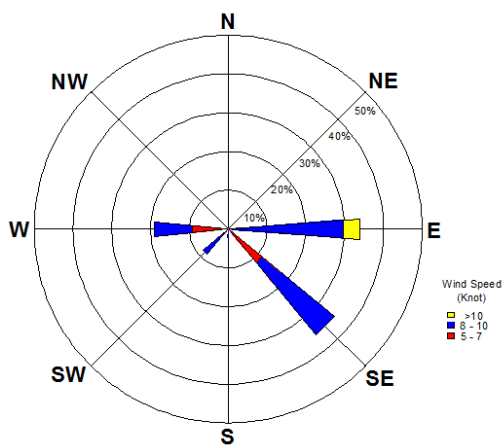
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Angin

Untuk memperoleh distribusi kecepatan dan arah angin, dilakukan proses pengolahan data angin yang diperoleh. Data angin yang digunakan selama 10 (sepuluh) tahun yaitu dari tahun 2007 sampai tahun 2016.

Tabel 1. Distribusi kecepatan dan arah angin dalam berbagai interval

ARAH ANGIN	JUMLAH DATA				PERSENTASE (%)			
	$5 \leq x \leq 7$	$8 \leq x \leq 10$	> 10	TOTAL	$5 \leq x \leq 7$	$8 \leq x \leq 10$	> 10	TOTAL
N	-	-	-	-	-	-	-	-
NE	-	-	-	-	-	-	-	-
E	1	34	4	39	0,88	29,82	3,51	34,21
SE	13	28	-	41	11,40	24,56	-	35,96
S	-	2	-	2	-	1,75	-	1,75
SW	1	9	-	10	0,88	7,89	-	8,77
W	10	12	-	22	8,77	10,53	-	19,30
NW	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL				114				100



Gambar 5. Wind rose Pantai Masceti

Tabel 2. Kecepatan Angin Terkoreksi (U_A)

Tahun	Arah	U_{max} (knot)	U_{15} (m/dt)	U_{10} (m/dt)	U (m/dt)	U_A (m/dt)
2007	Tenggara	8	4,11	3,88	6,48	7,07
2008	Tenggara	8	4,11	3,88	6,48	7,07
2009	Tenggara	9	4,63	4,37	7,06	7,86
2010	Tenggara	9	4,63	4,37	7,06	7,86
2011	Tenggara	9	4,63	4,37	7,06	7,86
2012	Tenggara	10	5,14	4,85	7,63	8,65
2013	Tenggara	10	5,14	4,85	7,63	8,65
2014	Tenggara	10	5,14	4,85	7,63	8,65
2015	Tenggara	10	5,14	4,85	7,63	8,65
2016	Tenggara	9	4,63	4,37	7,06	7,86

4.2 Perhitungan Fetch Efektif

Di dalam tinjauan pembangkit gelombang laut, *fetch* dibatasi dalam bentuk daratan yang mengelilingi laut.

Tabel 3. Perhitungan *fetch* rerata efektif

Arah	Sudut α	$\cos \alpha$	X_i (km)	$X_i \cdot \cos \alpha$
Tenggara (SE)	42	0,743	80,349	59,711
	36	0,809	79,961	64,690
	30	0,866	57,080	49,433
	24	0,914	24,943	22,786
	18	0,951	19,439	18,488
	12	0,978	14,296	13,984
	6	0,995	14,515	14,435
	0	1,000	13,840	13,840
	6	0,995	16,642	16,551
	12	0,978	0	0
	18	0,951	0	0
	24	0,914	0	0
	30	0,866	0	0
	36	0,809	0	0
	42	0,743	0	0
TOTAL		8,250		273,917

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

$$F_{eff} = \frac{273.917 \text{ km}}{8.250}$$

$$F_{eff} = 33.2021 \text{ km}$$

4.3 Gelombang Rencana

Gelombang signifikan didapat dengan menggunakan angin terkoreksi (U_A) dan *fetch* rerata efektif.

Tabel 4. Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan

Tahun	Panjang Fecth (m)	Tinggi Gelombang Signifikan (Hs) (m)	Periode Gelombang Signifikan (Ts) (dt)
2007	33202,12	0,658	3,844
2008	33202,12	0,658	3,844
2009	33202,12	0,731	3,982
2010	33202,12	0,731	3,982
2011	33202,12	0,731	3,982
2012	33202,12	0,805	4,111
2013	33202,12	0,805	4,111
2014	33202,12	0,805	4,111
2015	33202,12	0,805	4,111
2016	33202,12	0,731	3,982

Analisis distribusi kala ulang rencana digunakan sebagai prediksi tinggi gelombang maksimum dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 5. Perhitungan Tinggi Gelombang Maksimum Tahunan dengan Metode Gumbel

Tahun (N)	Kecepatan Angin (Km/dt)	U ₁ (m/dt)	U ₂ $0,71 \times U_1^{1,25}$	Hs	$[Hs - \overline{Hs}]$	$[Hs - \overline{Hs}]^3$
2007	8	6,48	7,07	0,658	-0,088	0,0078
2008	8	6,48	7,07	0,658	-0,088	0,0078
2009	9	7,06	7,86	0,731	-0,015	0,0002
2010	9	7,06	7,86	0,731	-0,015	0,0002
2011	9	7,06	7,86	0,731	-0,015	0,0002
2012	10	7,63	8,65	0,805	0,059	0,0034
2013	10	7,63	8,65	0,805	0,059	0,0034
2014	10	7,63	8,65	0,805	0,059	0,0034
2015	10	7,63	8,65	0,805	0,059	0,0034
2016	9	7,06	7,86	0,731	-0,015	0,0002
$\Sigma N = 10$		$\Sigma Hs = 7,460$		$\Sigma (Hs - \overline{Hs})^3 = 0,080$		
		$\overline{Hs} = 0,746$				

Perhitungan Tinggi (H_{25}) gelombang maksimum kala ulang 25 tahun.

$$H_{25th} = \overline{Hs} + \frac{\sigma H}{\sigma n} (Y_t - Y_n)$$

$$H_{25th} = 0,746 \text{ m} + \frac{0,058 \text{ m}}{0,94} (3,1985 - 0,495)$$

$$H_{25th} = 0,913 \text{ meter}$$

Perhitungan panjang gelombang di laut dalam (L_0) dan kecepatan rambat gelombang di laut dalam (C_0).

$$L_0 = \frac{9,81 \text{ m/dt}^2 \times (4,213 \text{ dt})^2}{2 \times 3,14}$$

$$L_0 = 27.720 \text{ meter} \sim 28 \text{ meter}$$

$$C_0 = \frac{9,81 \text{ m/dt}^2 \times 4,213 \text{ dt}}{2 \times 3,14}$$

$$C_0 = 6.580 \text{ meter/detik}$$

Perhitungan tinggi gelombang rencana (H_0) berdasarkan perhitungan koefisien shoaling dan koefisien refraksi yang ada.

$$H_0 = K_s \cdot K_r \cdot H_{25}$$

$$H_0 = 0,968 \times 0,887 \times 0,913 \text{ meter}$$

$$H_0 = 0,784 \text{ meter}$$

4.4 Perhitungan Gelombang Pecah

Gelombang dari laut dalam bergerak menuju pantai akan bertambah kemiringannya sampai akhirnya tidak stabil dan pecah. Perhitungan tinggi gelombang pecah:

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,33 (0,695 \text{ m}/27,720 \text{ m})^{\frac{1}{3}}}$$

$$H_b = 0,695 \text{ meter} \times 1,0221$$

$$H_b = 0,7108 \text{ meter}$$

Perhitungan kedalaman di mana gelombang akan pecah:

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{1,026 - (20,600 \times 0,00408)}$$

$$d_b = 1,0616 \times 0,7108 \text{ meter}$$

$$d_b = 0,7545 \text{ meter}$$

4.5 Run Up

Dalam perencanaan ini kemiringan bangunan yang direncanakan adalah 1:2.

$$I_r = \frac{1/2}{(0,784 \text{ m}/27,720 \text{ m})^{0,5}}$$

$$I_r = 2,9716$$

Berdasarkan Bilangan *Irrabaren* di atas, maka didapat:

$$\frac{Ru}{H} = 1.125$$

$$Ru = 1.125 \times 0.784 \text{ meter}$$

$$Ru = 0.88 \text{ meter}$$

4.6 Dimensi Bangunan

Perhitungan elevasi puncak *revetment* dengan memperhitungkan tinggi kebebasan (F_b) 1m:

$$El_{\text{revetment}} = DWL + Ru + F_b$$

$$El_{\text{revetment}} = 1.43 \text{ m} + 0.88 \text{ m} + 1 \text{ m}$$

$$El_{\text{revetment}} = 3.3138 \text{ meter}$$

Dalam perencanaan ini bahan yang digunakan adalah geobag, dimana berat satu buah geobag diasumsikan sama dengan berat satu butir batu lapis lindung. Maka berat batu pelindung:

$$W = \frac{1.7 \text{ ton/m}^3 \times (0.784 \text{ m})^3}{5 \times (1.6585-1)^3 \times 2}$$

$$W = 0.2866 \text{ ton}$$

Dengan butir batu minimum, (n) = 2 dan nilai koefisien lapis $K\Delta = 1.02$ maka perhitungan tebal lapisan dinding pengaman:

$$T = 2 \times 1.02 \times \left(\frac{0.2866 \text{ ton}}{1.7 \text{ ton/m}^3} \right)^{1/3}$$

$$T = 1.12693 \text{ meter}$$

Dengan butir batu minimum, (n) = 2 dan nilai koefisien lapis $K\Delta = 1.02$ maka perhitungan lebar puncak bangunan:

$$B = 2 \times 1.02 \times \left(\frac{0.2866 \text{ ton}}{1.7 \text{ ton/m}^3} \right)^{1/3}$$

$$B = 1.12693 \text{ meter}$$

4.7 Perhitungan Pelindung Kaki (*Toe Protection*)

Gelombang dan arus yang menyerang bangunan pengaman pantai dapat menyebabkan terjadinya erosi pada tanah fondasi di depan kaki bangunan. Untuk itu perlu diberikan perlindungan pada bagian tersebut.

$$ds = 2.1 \text{ meter}$$

$$d1 = 2.1 \text{ meter} - 1.12693 \text{ meter}$$

$$d1 = 0.9731 \text{ meter}$$

$$\frac{d1}{ds} = \frac{0.9731 \text{ meter}}{2.1 \text{ meter}}$$

$$\frac{d1}{ds} = 0.463$$

Dengan nilai $\frac{d1}{ds} = 0.463$ maka nilai stability number (Ns^3) adalah $Ns^3 = 90$, maka perhitungan berat butir batu untuk pelindung kaki (*toe protection*):

$$W = \frac{1.7 \text{ ton/m}^3 \times (0.784 \text{ m})^3}{90 \times (1.6585-1)^3}$$

$$W = 0.03187 \text{ ton}$$

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tinggi bangunan *revetment* adalah 3.3138 m dengan lebar puncak 1.12693 m dan tebal lapis dinding pengaman *revetment* adalah 1.12693 m serta berat geobag sebagai batu lapis lindung adalah 0.2866 ton.

2. Tinggi pelindung kaki untuk bangunan revetment adalah 1.12693 m dengan lebar 2.352 m, sehingga dengan menggunakan grafik stabilitas number (Ns^3) diperoleh Ns^3 adalah 90, dikatakan aman sesuai dengan syarat $90 \leq 300$.
3. Berdasarkan hasil perencanaan revetment kemudian di buat gambar rencana, dihitung dan diperoleh hasil RAB adalah Rp.14,473,468,000.00 (Empat belas miliar empat ratus tujuh puluh tiga juta empat ratus enam puluh delapan ribu rupiah).

5.2 Saran

1. Untuk perencanaan *revetment* yang mendekati kenyataan di lapangan sebaiknya dilakukan pengukuran pada lokasi perencanaan terlebih dahulu sehingga data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data yang paling baru dan sesuai dengan kondisi di lapangan.
2. Untuk memperkecil terjadinya kerusakan pada *revetment* sebaiknya *geotextile* di perhitungkan dalam perencanaan ini.

3. Pemilihan bahan revetment sebaiknya ditekankan pada biaya.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Academia.edu. (2016). *Perhitungan Dimensi Geobag*, Retrieved from (https://www.academia.edu/7979238/Perhitungan_Berat_Geobag, 10 Maret 2017)
- Aryastana, P., Eryani, I. G., & Candrayana, K. W. (2016). Perubahan Garis Pantai dengan Citra Satelit di Kabupaten Gianyar. *PADURAKSA*, V(2), 70-81.
- Library Bibus. (2017). *Teori Dasar Bahan Geotextile*, Retrieved from [library.binus.ac.id\(http://www.ferryndalle.com/2010/07/teori-dasar-bahan-geotextile.html](http://www.ferryndalle.com/2010/07/teori-dasar-bahan-geotextile.html), 6 April 2017)
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2014). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Yuwono, N. (1992). *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume II*. Yogyakarta. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.